Ueber die

Entstehung und den Nachweis freier Salzsäure

des menschlichen Magensaftes.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doctorwürde

vorgelegt

der hohen medizinischen Facultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

am 24. Juli 1890

von

Max Dischinger

cand. med. aus Oettingen.

1891.

Druck von J. Grohrock, Nürnberg.

Ueber die

Entstehung und den Nachweis freier Salzsäure des menschlichen Magensaftes.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der medizinischen Doctorwürde

vorgelegt

der hohen medizinischen Facultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

am 24. Juli 1890

von

Max Dischinger
cand. med. aus Oettingen.

1891.
Druck von J. Grohrock, Nürnberg.

Gedruckt mit Genehmigung der hohen medizinischen Facultät zu Erlangen.

Referent: Professor Dr. F. Penzoldt.

Seinem lieben Vater

in

Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

Vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545819_0057

Die folgenden Untersuchungen sind auf Anregung und mit freundlicher Unterstützung des Herrn Professor Dr. R. Fleischer im Laboratorium der med. Klinik zu Erlangen angestellt worden.

Ueber die Natur der im menschlichen Magensafte vorkommenden freien Säure, die bereits von Prout als Chlorwasserstoffsäure angesprochen wurde, ist in den letztvergangenen Decennien von zahlreichen Autoren eine sehr lebhafte, wissenschaftliche Discussion geführt worden, welche ihren endgiltigen Abschluss gefunden zu haben schien, als durch die bekannten gründlichen Analysen des Magensaftes von Bidder und C. Schmidt festgestellt wurde, dass der Magensaft des Menschen und der Thiere neben einem in Wasser löslichen Ferment, dem Pepsin, freie Salzsäure, und zwar nur diese enthalte. Gleichzeitig wurden neben jener Mineralsäure mässige Mengen von Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorcalcium, ferner von saurem Calciumphosphat im Magensafte nachgewiesen.

Der klare Sachverhalt wurde jedoch später immer wieder aufs Neue verschleiert und in Frage gestellt, weil man organische Säuren, in erster Linie Milchsäure, die entweder nach der Zufuhr einer complexen Nahrung im Mageninhalte oder wenigstens in dem mit Speiseresten verunreinigten Magensafte constatirt wurden, als integrirender Bestandtheil des letzteren bezeichnete. Aus diesem Grunde fand denn auch die namentlich von den französischen Autoren und ferner unter den deutschen besonders von Lehmann vertretene Ansicht, dass die Milchsäure die primäre Säure des Magensaftes sei, welche erst secundär durch Zersetzung der Ghloride Salzsäure erzeuge, viele Anhänger. Dass nach der Zufuhr animalischer und vegetabilischer Nahrung Milchsäure im Mageninhalte, beziehungsweise in dem mit den Resten dieser Nahrung verunreinigten Magensafte sich nachweisen lässt, kann Niemand wundern, der weiss, dass das Fleisch

Fleisch-Milchsäure oder milchsaure Salze enthält, welche durch die Salzsäure des Magensaftes zersetzt werden, und dass fernerhin vegetabilische Nahrungsmittel, wie z. B. Gemüse, (Sauerkraut, Gurken) nicht unbeträchtliche Mengen von Milchsäure enthalten können. Dazu kommt noch, dass von Hammarsten in dem Magensafte ein Ferment aufgefunden wurde, welches den Milchzucker der Milch und auch andere Zuckerarten in Milchsäure verwandelt, und dass weiterhin im Mageninhalte in der Regel Bacteriengemische vorhanden sind, die das Gleiche bewirken können.

Wäre wirklich Milchsäure die primäre Magensaftsäure, so müssten doch in dem Magensafte milchsaure Salze sich auffinden lassen, was thatsächlich nicht der Fall ist. Nach unseren Untersuchungen, die gleich an dieser Stelle Berücksichtigung finden sollen, ist übrigens die Milchsäure entgegengesetzt der Behauptung von Lehmann, Maly u. A. gar nicht im Stande, die Chlorverbindungen der einwerthigen Metalle, Kalium, Natrium, Lithium u. s. w. so zu zersetzen, dass dabei Salzsäure entsteht. Dagegen tritt in Uebereinstimmung mit der Annahme jener Autoren bei der Einwirkung von Milchsäure auf Chlorcalcium, Chlorbarium, Chlorstrontium, Chlorammonium deutliche Salzsäure-Reaction auf.

Die Versuche sind in folgender Weise angestellt worden: Es wurde zuerst reines, von Chlor-Magnesium freies Chlor-Natrium oder Chlor-Kalium mit reiner Milchsäure und destillirtem Wasser längere Zeit hindurch destillirt. Weder im Destillat noch im Rückstand liessen sich mit der schärfsten Probe auf Salzsäure, die wir zur Zeit besitzen, nämlich mit Phloroglucin und Vanillin (von Baeyerische Reaction), die von Günzburg zum Nachweiss von Salzsäure im Magensafte empfohlen wurde, und sich nach unseren Untersuchungen ausserordentlich gut bewährt hat, freie Salzsäure auffinden. Wurde dagegen unreines Chlornatrium oder Chlor-Kalium des Handels, das vermuthlich Spuren von Chlor-Magnesium enthält, welches ebenso wie Chlor-Calcium durch Milchsäure unter

Freiwerden von Salzsäure zersetzt wird, mit Milchsäure destillirt, so erhielt man mit der genannten Reaction Salzsäure. So erklären sich die entgegengesetzten Resultate der Untersuchungen Malys, der schon bei gewöhnlicher Temperatur bei Ueberschichtung von Chlor-Natrium und Chlor-Kalium in wässeriger Lösung mit Milchsäure in den obersten Schichten Salzsäure nachgewiesen haben will.

Es geht aus unseren Untersuchungen hervor, dass nur die Chlorverbindungen der zweiwerthigen Metalle und Metalloide durch Milchsäure zersetzt werden, und es müsste, wenn wirklich Salzsäure auf diese Weise entstünde, im reinen Magensafte, der in der That Chlor-Calcium enthält, der so leicht aufzufindende characteristische milchsaure Kalk nachzuweisen sein, was aber in Wirklichkeit nicht der Fall ist.

Viel wahrscheinlicher ist die Entstehung der Salzsäure, wie dies gleichfalls Maly annimmt, aus den Chloriden unter der Einwirkung von Dinatrium- besonders aber von Mononatriumphosphat. Aber auch hier findet sich der Irrthum in den Anschauungen jenes Autors, dass die Chloride der einwerthigen Metalle (im Magensafte überwiegen die Chlor-Alkalien die Menge des Chlor-Calciums beträchtlich, doch ist letzteres ein ganz regelmässiger Bestandtheil des Magensaftes nach den Angaben sämmtlicher Analysen) durch Dinatriumphosphat und saures phosphorsaures Natrium zersetzt werden. Bei zahlreichen Versuchen, in denen wir sowohl Dinatriumphosphat als Mononatriumphosphat (mit stark saurer Reaction) auf die Chlor-Alkalien nicht nur bei längerem Stehen bei gewöhnlicher Temperatur, sondern auch beim Erwärmen und bei der Ueberschichtung einwirken liessen, gelang es uns nie mit dem vorher genannten Reagens auch nur Spuren von Salzsäure aufzufinden. Dies glückte dagegen stets, wenn wir Dinatrium- und Mononatriumphosphat in wässeriger Lösung mit Chlor-Calcium, Chlor-Magnesium und den übrigen Chlorverbindungen in Verbindung brachten. Dabei bilden sich sogar recht beträchtliche Mengen von Salzsäure, welche auch mit den übrigen weniger scharfen

Reagentien (Methylviolett, Tropäolin, Congoroth) sich constatiren liessen.

Es dürfte demnach die Entstehung der Salzsäure in der Weise anzunehmen sein, dass die Belegzellen der Labdrüsen, welche nach den schönen Beobachtungen von Heidenhain und seinen Schülern allein im Fundus des Magens Salzsäure bilden, aus dem Blute Chlor-Calcium und saures phosphorsaures Natrium, welch' letzteres aus dem Dinatriumphosphat unter der Einwirkung von Kohlensäure jeder Zeit sich bilden kann, anziehen, und aus diesen beiden chemischen Verbindungen die Salzsäure unter gleichzeitiger Lösung von saurem Calciumphosphat sich entwickelt. Für diese Annahme spricht auch der regelmässige Befund von saurem Calciumphosphat, der sogar Richet veranlasst hat, die Hypothese aufzustellen, die freie Säure des Magensaftes sei eben saurer phosphorsaurer Kalk, der gewissermassen als Säure zu betrachten sei.

Da nun nach weiteren von uns angestellten Versuchen saures Calciumphosphat mit Chlor-Natrium zusammen Salzsäure bildet, indem dabei wiederum Chlorcalcium regenerirt wird, so wird dieses im weiteren Verlaufe wieder mit saurem phosphorsaurem Natrium Salzsäure bilden können, und so die gleiche Menge Chlorcalcium gewissermassen fermentativ grössere Mengen Salzsäure aus dem durch das Blut stets neu zugeführten, sauren phosphorsaurem Kalium und Natrium produciren. Für jene Hypothese spricht auch die so oft gemachte Beobachtung, dass während der Verdauungszeit, in der grosse Mengen Salzsäure abgeschieden werden, das Blut stärker alkalisch und der Harn weniger sauer wird, weil eben dem ersteren grössere Mengen sauren phosphorsauren Natriums, welches die saure Reaction im Harn bewirkt, entzogen werden.

Seitdem es durch die Untersuchungen von Heidenhain festgestellt ist, dass die Salzsäure von ganz bestimmten Zellen der Labdrüsen, nämlich den Belegzellen im Fundus abgeschieden wird, während die Hauptzellen, sowohl die der Fundus- als der Pylorusdrüsen Pepsin absondern,

ist der früher von Maly aufgestellten Hypothese, dass die Salzsäure aus dem Blute, in welchem sie gebildet werde, in den Magen, und zwar von den Drüsen ausgeschieden werde, der Boden entzogen. Maly war der Ansicht, dass unter der Einwirkung des sauren phosphorsauren Natrons im Blute auf die Chloride die Salzsäure entstehe und bei der Verdauung in den Magen diffundire. Gegen diese Annahme hat schon Heidenhain früher geltend gemacht, dass es nicht recht einzusehen wäre, warum denn nicht auch vom Blute aus in andere Organe Salzsäure übertrete, wenn wirklich dasselbe bereits fertige Salzsäure enthalte. Ausserdem lässt sich noch dagegen einwenden, dass in der regio pylorica von den Labdrüsen, welche doch gleichfalls von demselben Blute umspült werden, wie die Fundusdrüsen, die auch während der Verdauung chemisch und mechanisch gereizt werden, keine Salzsäure gebildet wird.

Wir haben demnach die Salzsäure als ein Produkt der Drüsenthätigkeit anzusehen. Es ist übrigens die Annahme nicht ausgeschlossen, dass dieselbe nicht nur bei der Einwirkung von Dinatrium- und Mononatriumphosphat auf Chlorcalcium und vielleicht auch auf Chlormagnesium entsteht, sondern dass auch das Mononatriumphosphat unter Mitwirkung der Thätigkeit der lebenden Belegzellen Chlor-Natrium zu zersetzen vermag, während dies im Reagensglas allein selbst bei längerer Einwirkung und bei stärkerer Erwärmung nicht der Fall ist. Sehen wir ja doch auch sonst in den lebenden Zellen im Organismus Körper entstehen, die der Chemiker, wenn er kräftige chemische Reagentien einwirken lässt, nicht darzustellen vermag.

In der jetzigen Zeit zweifelt wohl Niemand mehr daran, dass die freie Säure des Magensaftes wirklich Salzsäure ist, wenn man sich auch schwer an den Gedanken hat gewöhnen können, dass aus dem alkalischen Blute eine so starke Mineralsäure abgeschieden werde. Nimmt man indessen die vorher des Längeren und Weiteren besprochene Hypothese der Salzsäurebildung an, so hat die

Abscheidung der Salzsäure aus alkalischem Blute nichts Befremdendes mehr.

Die Anwesenheit von Salzsäure im menschlichen Magensafte ist für die Verdauung eines unserer unentbehrlichsten Nahrungsstoffe, des Eiweisses von grösster Wichtigkeit. Während die Salzsäure für sich allein nur in concentrirtem Zustande und bei hoher Temperatur Eiweissstoffe, die von der Schleimhaut des Magens und Darmes nicht resorbirt werden können, in lösliche assimilationsfähige Verbindungen überzuführen vermag (salzsaures Eiweiss — Syntonin — salzsaure Hemialbuminose — Propepton — als Vorstufen, und als letztes aufsaugbare Produkt das salzsaure Pepton), ist die Salzsäure im Stande, bei geringer Concentration (0,05 bis 0,1 und 0,15%) bei Gegenwart von Pepsin die gleiche Wirkung auszuüben. Da eine complexe, grösstenteils aus Eiweissstoffen bestehende Nahrung längere Zeit, bis zu 6 und 7 Stunden im Magen verweilt, so ist genügend Zeit und Gelegenheit zur Umwandlung eines Theiles der Eiweissstoffe gegeben, während der Rest im Darmcanal umgewandelt und resorbirt wird. Von den im Magen gebildeten salzsauren Peptonen wird sehr wahrscheinlich eine nicht unbeträchtliche Menge von der Magenschleimhaut aufgesaugt. Doch ist es bisher noch unentschieden, ob das salzsaure Pepton als solches ins Blut gelangt oder ob in der Schleimhaut bereits eine Trennung der Salzsäure vom Pepton stattfindet, und somit die jetzt wieder frei werdende Salzsäure für den Verdauungsprozess neu gewonnen wird. Einzelne, vor Kurzem nach dieser Richtung hin angestellte Versuche scheinen für die letztere Annahme zu sprechen.

Seitdem wir wissen, dass die Salzsäure für die Verdauung der Eiweissstoffe unbedingt nothwendig ist, — es können zwar auch organische Säuren, wie Milchsäure und Essigsäure bei Gegenwart von Pepsin Eiweiss in Pepton überführen, doch sind im Vergleich zur Salzsäure viel grössere Mengen nöthig, welche gewöhnlich nur bei pathologischen Zuständen, bei Stagnation der Speisen im Magen und bei abnormer Gährung und Zersetzung der Magen-

Contenta entstehen — hat sich das lebhafte Bestreben geltend gemacht, Methoden zu finden, um die Gegenwart freier Salzsäure sowohl bei Reizung des leeren Magens auf mechanischem und thermischem Wege, als auch während der Verdauung mit Sicherheit festzustellen.

Dieser Wunsch scheint um so gerechtfertigter, als zahlreiche Beobachtungen im letzten Jahrzehnt erwiesen haben, dass bei manchen Krankheitszuständen — Magencarcinom, Magenkatarrh, Atrophie der Schleimhaut mit den Drüsen, perniciöse Anämie, typhöse Zustände u. A. — die Säureabscheidung so minimal wird, dass selbst mit den schärfsten Reagentien keine freie Salzsäure mehr im Magensafte aufzufinden ist. Umgekehrt haben sich in der letzten Zeit die Beobachtungen von Fällen gemehrt, bei denen die Salzsäureabscheidung während der Verdauung im Magen eine über die Norm gesteigerte ist (Hyperacidität), anderseits aber auch nach der Entleerung des Mageninhaltes in den Darm die Sekretion eines verdauungskräftigen Magensaftes in den leeren Magen noch fortdauert, während das unter normalen Verhältnissen nicht stattfindet. Es ist dem Arzte demnach die Möglichkeit gewährt, durch Untersuchung des mit der Sonde heraufgeholten Mageninhaltes, beziehungsweise des aus dem nüchternen Magen gewonnenen Magensaftes jene Zustände zu erkennen und so die Diagnostik mancher oft schwer richtig zu beurtheilender Krankheitsprocesse zu erweitern. Seitdem die Magensonde fast allgemeinen Eingang in die ärztliche Praxis gefunden hat, macht die Gewinnung des Mageninhaltes und Magensaftes keine grossen Schwierigkeiten mehr, und es waren nur noch Methoden aufzufinden, vermittelst derer schnell und zuverlässig freie Salzsäure im Mageninhalte nachzuweisen ist.

Schon seit langer Zeit ist es bekannt, und es ist dies namentlich ein Verdienst von van den Velden, dass bei Zufuhr von complexer Fleischnahrung in den ersten Stunden der Verdauung keine freie Salzsäure mit den später zu erwähnenden Methoden zu finden ist, während Milchsäure in jener Zeit im Mageninhalt vorhanden ist,

Dieses Fehlen der Salzsäure beweist nicht, dass wirklich keine Salzsäure abgeschieden wird, sondern es wird die thatsächlich sofort nach dem Eintritt der Speisen in den Magen abgesonderte Salzsäure durch die Eiweissstoffe, zum kleinen Theil auch durch gleichzeitig anwesende alkalische oder neutrale Salze, welche in saure umgewandelt werden, gebunden und es entsteht dabei salzsaures Eiweiss (Syntonin) und salzsaure Hemialbuminose (Propepton). Je reichlicher die Zufuhr von Eiweissstoffen und je geringer die Abscheidung der Salzsäure, um so weiter wird der Zeitpunkt hinausgeschoben, in welchem freie Salzsäure auftritt. Es ist aber deswegen von grosser Wichtigkeit, diesen Zeitpunkt zu kennen, weil wir wissen, dass erst bei Gegenwart freier Säure eine reichliche Bildung von salzsauren Peptonen beginnt, und es ist daher von praktischem Werth, solche Methoden zu besitzen, welche die Gegenwart freier Salzsäure und nicht nur saure Reaction, die auch durch saure Salze bedingt sein kann, sicher constatiren. Früher wurde der Mageninhalt nur mit blauem Lakmuspapier untersucht, und es wurde freie Säure angenommen, wenn blaues Lakmuspapier durch den Mageninhalt roth gefärbt wurde. Später wurde dann von Leube die Anstellung eines Verdauungsversuches für den Nachweis von freier Säure im Mageninhalte, beziehungsweise im Magensafte verwerthet. Da Fibrin und Eiweisswürfel in Gegenwart von Pepsin nur dann gelöst werden, wenn gleichzeitig freie Salzsäure (von den andern Mineralsäuren können wir absehen, weil dieselben niemals im Magen aufgefunden werden) vorhanden ist, so kann man sowohl die Gegenwart von Pepsin als von Salzsäure in der Weise feststellen, dass man zu dem filtrirten Mageninhalte oder Magensaft ein Eiweissstückchen oder eine Fibrinflocke bringt und bei Körpertemperatur im Verdauungsschranke stehen lässt. Wird das Eiweissstückchen, beziehungsweise die Fibrinflocke nach einiger Zeit aufgelöst gefunden, so ist sowohl Pepsin als Salzsäure vorhanden, werden beide aber erst gelöst, nachdem Salzsäure hinzugefügt wurde, so ist der Mangel der Säure im Magen-

safte erwiesen. So sicher auch dies Verfahren zum Ziele führt, und so oft es auch schon angewendet wurde, so ist es für die Praxis doch zu umständlich, und es war deswegen mit Freude zu begrüssen, dass auf andere Methoden zum Nachweise freier Salzsäure aufmerksam gemacht wurde.

Van den Velden empfahl zuerst als Salzsäure-Reagens das bereits von den Chemikern benützte Methylviolett, ferner Tropäolin (oo) und Fuchsin. Letzteres hat man, weil nicht scharf und zuverlässig genug, schnell wieder fallen gelassen; dagegen haben die beiden ersteren Reagentien vielfach Beifall gefunden. Methylviolett wird durch verdünnte Salzsäure blau, Tropäolin roth gefärbt. Später wurde als weiteres Reagens Congoroth von v. Hösslin, das Phloroglucin-Vanillin von Günzburg, ferner der Heidelbeerfarbstoff und Rothweinfarbstoff von Uffelmann und das Resorcin von Boas empfohlen; daneben wurden auch noch ältere Proben, wie das Mohr'sche und Rheoch'sche Reagens geprüft. Bei der Durchsicht der einschlägigen Litteratur wird der Leser auf zahlreiche Widersprüche bezüglich der Resultate, die mit jenen doch so einfach anzustellenden Methoden gewonnen sind, stossen. Während von dem einen Autor das Methylviolett als das schärfste und beste Reagens für den Salzsäure-Nachweis empfohlen wird, wird dasselbe von Anderen wieder für völlig unbrauchbar erklärt, weil es auch durch Salzlösung (Chlor-Natrium, Chlor-Calcium), ja selbst durch den Urin, der thatsächlich keine freie Säure enthält, durch neutral oder gar alkalisch reagirende Transsudate und Exsudate blau gefärbt werde (Kahn und v. Mering). Die gleichen Differenzen finden sich in den Ansichten beim Tropäolin, welches, wie die einen Autoren angeben, nur durch Salzsäure, und nicht durch Milchsäure roth gefärbt werde, während von anderen Autoren das Gegentheil behauptet wird.

Bis zum heutigen Tage ist noch keine allgemeine Uebereinstimmung erzielt worden, welche unter den vorher aufgeführten Reactionen die beste und zuverlässigste ist, und welche durch die Gegenwart im Magen vorkom-

mender Stoffe sicher nicht gestört wird. Es schien deswegen angezeigt, die verschiedenen Methoden einer vergleichenden Prüfung zu unterziehen, ihre Schärfe, ihre Zuverlässigkeit festzustellen, und vor Allem etwa störende Einflüsse zu eruiren.

Von den vorher genannten Proben wurden absichtlich das Tropäolin, das Methylviolett, das Congoroth und Phloroglucin-Vanillin, sowie das Resorcin gewählt, weil trotz aller Differenzen in den Angaben der einzelnen Autoren doch diese Reactionen noch das meiste Vertrauen verdienen.

I. Tropäolin (Merck).

Das Tropäolin (Oxynaphthyl-azophenylsulfon-saures Natron) wird zum Nachweise freier Säure im menschlichen Magensafte in verschiedener Form und Concentration verwendet. Von den meisten Autoren wird eine kalt gesättigte, wässerige Tropäolinlösung benützt, von andern eine alcoholische oder mit Tropäolin gesättigtes Filtrirpapier, welches als Tropäolinpapier im Handel ist. Eine Modification der Probe ist von Boas angegeben. Derselbe schlägt vor, 4—5 Tropfen einer gesättigten, alcoholischen Tropäolinlösung in ein Porzellanschälchen zu bringen, durch Hin- und Herschwenken es auf eine grössere Fläche zu vertheilen, dann einige Tropfen des zu untersuchenden Magensaftes hinzuzufügen und über der Spiritusflamme zu erwärmen. Lebhaft lilarothe Spiegel beweisen dann Gegenwart von freier Salzsäure. Ferner wird in gleicher Weise von ihm die Probe mit Tropäolinpapier modificirt in der Weise, dass man den Magensaft in kleiner Menge in ein Schälchen bringt, den Papierstreifen hineinlegt und dann erhitzt. Eine auf dem Papier auftretende Lilafärbung soll wiederum auf Salzsäure hinweisen, während bei Gegenwart organischer Säure nur eine rothbraune Färbung constatirt wird. Tritt die Lilafärbung nicht auf, so soll der Magensaft jedenfalls nicht mehr als 0,05% freie Salzsäure enthalten.

Bei unsern Versuchen wurden zuerst zahlreiche Stoffe,

welche eventuell einen schädlichen Einfluss auf die Reaction ausüben können, geprüft, und zwar namentlich solche Stoffe, welche bei complicirter Nahrung im Mageninhalte vorkommen können. Es zeigte sich, was früher schon von Fleischer vor mehr als 10 Jahren hervorgehoben wurde, dass nur saurer phosphorsaurer Kalk und Mononatrium und Monokaliumphosphat schon in geringer Menge die Reaction stören. Je concentrirter der Gehalt des Magensaftes an Salzsäure ist, desto grössere Mengen jener Verbindungen sind nötig, um die Störung der Reaction zu veranlassen. Bei einer 0,5% Salzsäurelösung, wie sie äusserst selten im menschlichen Magen, höchstens nur bei Hyperacidität vorkommt, genügen auf 3 ccm. 0,05 Gramm sauren phosphorsauren Kalks, um die Tropäolinreaction zum Verschwinden zu bringen. Die gleichen Resultate wurden mit Mononatrium- und Monokaliumphosphat erzielt. Es genügen demnach für eine 0,15—0,2% Lösung, wie sie gewöhnlich im Magensafte auf der Höhe der Verdauung gefunden wird, 0,025 Gramm jener Stoffe, Mengen, wie sie ganz gut während der Verdauung im Mageninhalte vorhanden sein können, so dass in diesem Falle, selbst wenn freie Salzsäure vorhanden ist, die Tropäolinreaction negativ ausfällt.

Alle Versuche, die sauren, phosphorsauren Salze aus dem Magensafte zu eliminiren, ohne dass dabei die Salzsäure verändert wurde, scheiterten. Man muss demnach mit diesem Fehler bei der Tropäolinprobe rechnen. Man erhielt bei den weiteren Versuchen, welche mit kalt gesättigter Tropäolinlösung, mit alcoholischer Tropäolinlösung und mit heiss gesättigter Tropäolinlösung, die ich auf Empfehlung des Herrn Professor Fleischer verwendete, folgende Resultate:

a) *Reaction mit in kaltem destillirten Wasser gelösten Tropäolin:*

5 cbcm. einer	5%	Salzsäurelösung u. einige Tropf. Tropäolin:	rothviolett.
„ „ „	0,5%	„ „ „ „ „	heller in's Roth gehend.
„ „ „	0,05%	„ „ „ „ „	ans Roth d. Blutes grenzend.
„ „ „	0,01%	„ „ „ „ „	blutroth.
„ „ „	0,005%	„ „ „ „ „	negativ.

b) Reaction mit alcoholischer Tropäolinlösung:

5cbcm. einer 5% Salzsäurelösg. u. einige Tropf. Tropäolin: rothviolett.
„ „ „ 0,5% „ „ „ „ „ in's Roth übergehend.
„ „ „ 0,05% „ „ „ „ „ Reaction schwach.
„ „ „ 0,005% „ „ „ „ „ negativ.

Sämmtliche Reactionen etwas heller als die entsprechenden mit in kaltem Wasser gelösten Tropäolin erhaltenen Reactionen.

c) Reaction mit erhitzter concentrirter Tropäolinlösung:

5 cbcm. einer 5% Salzsäurelösg. u. einige Tropf. Tropäolin: Reaction sehr deutlich
„ „ „ 0,5% „ „ „ „ „ React. etw. mehr röthlich.
„ „ „ 0,05% „ „ „ „ „ Reaction etwas heller.
„ „ „ 0,01% „ „ „ „ „ blutroth.
„ „ „ 0,005% „ „ „ „ „ hellroth.
„ „ „ 0,001% „ „ „ „ „ negativ.

Sämmtliche Reactionen deutlicher und schärfer als die obigen.

d) Reaction mit Tropäolinpapier (nach Boas):

5% Salzsäurelösung: rothviolett.
0,5% „ rosaroth.
0,1% „ schwach röthlich.
0,05% „ Reaction so gut wie verschwunden.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die concentrirte Tropäolinlösung ein viel schärferes Resultat gibt, als die kalt gesättigte und alcoholische Lösung, so dass die erstere noch bei 0,005% Salzsäurelösung ein positives Resultat aufweist, während dasselbe bei den andern Lösungen bei dieser Concentration nicht mehr zu constatiren ist. Viel unzuverlässiger ist die Boas'sche Modification mit Tropäolinpapier, welches schon bei 0,05% Lösung ein negatives Resultat gibt. Wird das Tropäolinpapier durch den Magensaft roth gefärbt, so kann man nach unseren Versuchen ganz gut entscheiden, ob die Rothfärbung durch Milchsäure, welche gleichfalls auf das

Tropäolin einwirkt, oder durch Salzsäure bedingt wird. Bringt man nämlich das geröthete Tropäolinpapier in Aether, so wird es wieder gelb, wenn Milchsäure die Rothfärbung bedingte, während es roth bleibt, wenn Salzäsure dieselbe verursacht hat. In gleicher Weise kann man die Differentialdiagnose zwischen Milchsäure und Salzsäure stellen, indem man zuerst die Reaction macht, dann den Magensaft 6—8 mal mit Aether ausschüttelt; wird dann die Reaction immer schwächer und hört schliesslich ganz auf, so war sie durch Milchsäure bedingt.

II. Methylviolett.

a) verdünnte Methylviolettlösung:

5% Salzsäurelösung u. Methylviolett: gelbgrün.
0,5% „ „ „ dunkelgrün.
0,05% „ „ „ schön blau.
0,01% „ „ „ Reaction undeutlich.
0,005% „ „ „ negativ.

b) concentrirte Methylviolettlösung:

5,0% Salzsäurelösung u. Methylviolett: gelblich-grün.
0,5% „ „ „ dunkelgrüne, starke Reaction.
0,05% „ „ „ stark blau und Reaction
0,01% „ „ „ undeutliche Reaction.
0,005% „ „ „ so gut wie negativ.

c) Methylviolettpapier:

5% Salzsäurelösung: hellgrün.
0,5% „ blau.
0,05% „ nicht mehr deutlich.

III. Phloroglucin-Vanillin.

Bringt man einen Tropfen Phloroglucin-Vanillin mit einem Tropfen Magensaft in die Porzellanschale, erwärmt vorsichtig, so bilden sich schöne rothe Krystalle, die auf Salzsäure hinweisen.

5% Salzsäure u. Phloroglucin: prächtige, kirschrothe Färbung
0,5% „ „ „ starke Rothfärbung
0,05% „ „ „ unbedeutend schwächer als vorige Reaction
0,005% „ „ „ blassrothe, doch ziemlich deutliche Reaction
0,001% „ „ „ deutliche Reaction.
0,0005% „ „ „ negative Reaction

Vergleichen wir die Phloroglucin-Vanillin-Reaction mit der des Tropäolin und Methylviolett, so zeigt sich, dass bei ersterer noch 0,001% Salzsäure deutlich nachweisbar ist, während Tropäolin und Methylviolett, wie früher hervorgehoben, schon bei 0,005% Salzsäurelösung ein negatives Resultat geben, so dass demnach die Probe fünfmal schärfer ist, als die vorhergenannten.

Es ergab sich dann aus unseren Versuchen weiterhin, dass organische Säure, wie Milch-, Essig-, Butter-, Weinsäure, was auch schon von anderer Seite festgestellt ist, mit Phloroglucin-Vanillin keine Rothfärbung geben, so dass sich dadurch die Probe von der Tropäolinprobe vortheilhaft unterscheidet; während Methylviolett zwar auch durch Milchsäure gebläut wird, aber im Vergleich zur Salzsäurelösung erst in zehnfacher Concentration, also in Mengen, wie sie kaum im Magensafte vorkommen. Es lässt sich aber auch hier durch Ausschütteln des Magensaftes mit Aether, wenn wirklich einmal die Vermuthung, dass die Probe durch Milchsäure bedingt ist, Platz greift, die Frage entscheiden.

Weitere Versuche stellten fest, wie dies schon früher hervorgehoben wurde, dass Milchsäure bei Gegenwart von Chlornatrium, Chlorkalium mit Phloroglucin-Vanillin keine Rothfärbung gibt, desgleichen bei einer Mischung von saurem phosphorsaurem Natron und Chlor-Alkalien. Dagegen geben Chlorbarium, Chlorcalcium, Chlorammonium sowohl mit Milchsäure, als auch mit saurem phosphorsaurem Natron und Phloroglucin-Vanillin sehr starke Rothfärbung. Sind demnach solche Verbindungen im Mageninhalte vorhanden und fehlt die freie Salzsäure, da in der Kälte jene Substanzen weniger aufeinander einwirken als in der Wärme, so kann in der Phloroglucin-Vanillinprobe Salzsäure vorgetäuscht werden, ohne dass dieselbe wirklich vorhanden ist, weil bei der für die Phloroglucinprobe nöthigen Erwärmung sich erst die Salzsäure bildet. Chlormagnesium gibt mit Phloroglucin allein Rothfärbung, Chlorcalcium nur spurenweise, doch ist die erstere Verbindung

wohl niemals in solchen Mengen im Magensafte vorhanden, dass dadurch eine stärkere Täuschung bedingt würde.

IV. Congopapier.

5% Salzsäure: tiefblaue Färbung
0,5% „ } deutlich blaue Färbung
0,05% „ }
0,01% „ Reaction ganz minimal
0,005% „ negativ.

Die Congoprobe steht hinsichtlich ihrer Schärfe auf gleicher Stufe mit dem Tropäolin- und Methylviolettpapier.

Von den übrigen Säuren wirken auf das Congopapier die Schwefel-, Phosphor-, Essig- und Weinsteinsäure ähnlich wie die Salzsäure, während die Milchsäure Lilafärbung hervorruft.

Die oben genannte Milch- und Essigsäure kommen bekanntlich bei Gährungsprocessen im Magen ebenfalls vor. Es zeigte sich jedoch bei unseren Versuchen, dass Congopapier, welches durch Salzsäure gebläut wird, in Aether, dem Spuren Alcohol zugesetzt sind, blau bleibt, während das durch Milch- und Essigsäure gebläute Congopapier in Aether und Alcohol sich nach kurzer Zeit wieder röthet, so dass wir also auch hier in jener Reaction einen Unterschied zwischen Milchsäure und Salzsäure nachweisen können.

V. Resorcin.

Zu den weniger scharfen Reagentien auf freie Salzsäure gehört das von Boas empfohlene Resorcin. (5,0 Resorcin, 3,0 Rohrzucker, 100,0 Spiritus dilutus). Einige Tropfen der Resorcinlösung werden zu geringen Mengen freier Salzsäure gebracht, sodann bis zur Trockene verdampft; man erhält dabei schöne rothe Ringe an der Grenze des Verdampften.

5% Salzsäure und Resorcin: schöne rothe Ringe
0,5% „ „ „ Reaction ganz deutlich
0,05% „ „ „ „ etwas schwächer
0,005% „ „ „ negativ.

Milchsäure und Essigsäure geben die eben erwähnte Reaction nicht; wohl aber Salpetersäure, sowie Phosphorsäure, während bei Schwefelsäure die Färbung mehr rothbraun ist.

Ziehen wir aus unseren Versuchen, von denen nur die wichtigsten Resultate an dieser Stelle mitgetheilt wurden, einen Schluss, so zeigt sich, dass wir sowohl mit dem Tropäolin als mit dem Methylviolett, dem Phloroglucin-Vanillin, und dem Congo geringe Mengen von Salzsäure im Mageninhalte nachweisen können, dass aber, da die Tropäolinprobe durch saure, phosphorsaure Salze gestört wird, was bei Methylviolett nicht der Fall ist, da ferner beim Phloroglucin-Vanillin Salzsäure vorgetäuscht werden kann, ohne dass dieselbe vorhanden ist, man gut daran thut, sämmtliche Proben anzustellen; bei positivem Resultat ist dann sicher die Gegenwart von Salzsäure anzunehmen

---

An dieser Stelle sei es mir noch gestattet, meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. R. Fleischer, meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die gütige Unterstützung und freundlichen Rathschläge, die mir bei den angestellten Versuchen von seiner Seite zu theil wurden.